



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.04.2000 Patentblatt 2000/15**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **A01B 69/00**

(21) Anmeldenummer: **99118933.3**

(22) Anmeldetag: **25.09.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Huster, Jochen**  
**33330 Gütersloh (DE)**  
• **Diekhans, Norbert, Dr.**  
**33335 Gütersloh (DE)**

(30) Priorität: **05.10.1998 DE 19845666**

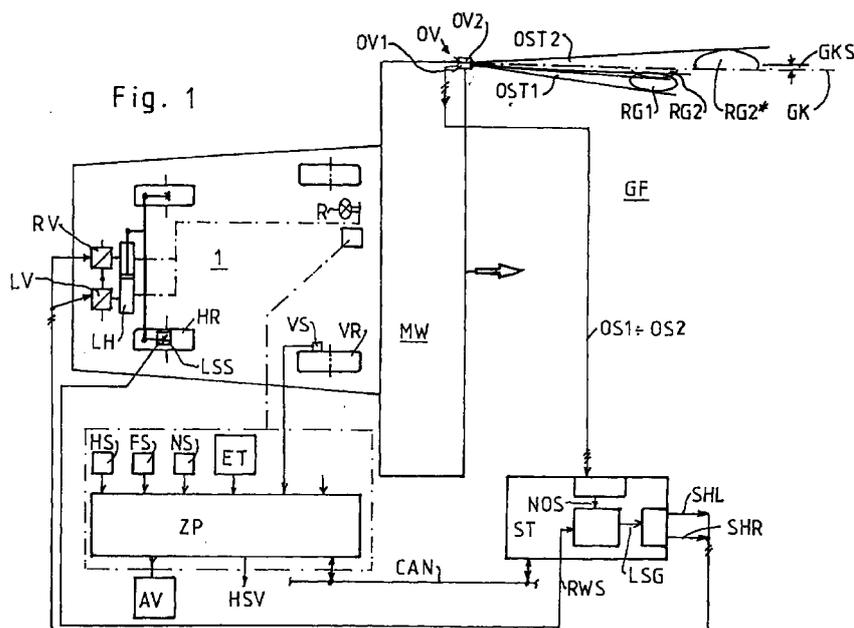
(74) Vertreter: **Weeg, Thomas**  
**Claas KGaA,**  
**Münsterstrasse 33**  
**33428 Harsewinkel (DE)**

(71) Anmelder:  
**CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH**  
**33428 Harsewinkel (DE)**

(54) **Lenkautomatik mit Ultraschall-Ortungsvorrichtung**

(57) Ortungsvorrichtung (OV) für eine Bearbeitungskante, insbesondere eine Erntegutkante (GK), deren Ortungssignal als eine Lenkstellgröße (LSG) einer elektrisch gesteuerten Lenkvorrichtung (RV, LV, LH) einer Landmaschine zugeführt ist, mit einer ersten aus einem Sender und einem Empfänger bestehenden Teilortungsvorrichtung (OV1), dessen Reflexionsgebiet (RG1) maßgeblich auf dem noch nicht bearbeiteten, insbesondere nicht abgeernteten, Feld (GF) liegt und mit einer zweiten aus einem weiteren Sender und einem weiteren Empfänger bestehenden Teilortungs-

vorrichtung (OV2), deren anderes Reflexionsgebiet (RG2, RG2\*) die Bearbeitungskante (GK) beidseitig überlappend ausgerichtet ist, wobei die beiden Reflexionsgebiete (RG1, RG2) sich teilweise überlappen und die beiden Sender gleichzeitig impulsgesteuert sind und die beiden Empfänger demgemäß jeweils von beiden Sendern kommende vom unbearbeiteten Feld (GF) reflektierte Teilempfangssignale (OS1, OS2) überlagert aufnehmen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Ortungsvorrichtung für eine Bearbeitungskante, insbesondere eine Erntegutkante, deren Ortungssignal als eine Lenkstellgröße einer elektrisch gesteuerten Lenkvorrichtung einer Landmaschine zugeführt ist, mit einer ersten aus einem Sender und einem Empfänger bestehenden Teilortungsvorrichtung, dessen Reflexionsgebiet maßgeblich auf dem noch nicht bearbeiteten, insbesondere nicht abgeernteten, Feld liegt und mit einer zweiten aus einem weiteren Sender und einem weiteren Empfänger bestehenden Teilortungsvorrichtung, deren weiteres Reflexionsgebiet die Bearbeitungskante beidseitig überlappend ausgerichtet ist, wobei das Empfangssignal der zweiten Teilortungsvorrichtung mit dem Empfangssignal der ersten Teilortungsvorrichtung bezugsmäßig und normierend verknüpft zur Erzeugung der Lenkstellgröße dient.

**[0002]** Eine derartige Ortungsvorrichtung zur Lenkungsregelung ist aus der DE 195 08 941 A1 bekannt. Bei dieser dient eine dritte Teilortungsvorrichtung, deren Sender und Empfänger auf das bearbeitete Feld gerichtet sind, zur Erzeugung einer weiteren Bezugsgröße und Normierungsgröße, was jedoch bei wechselnder Reflexionseigenschaft des bearbeiteten Feldes, z.B. durch unterschiedlich auf den Stoppeln abgelagertes Stroh, oder wenn der Feldrain im Reflexionsgebiet liegt, zu großen Signalverwerfungen und damit unerwünscht unstabilem Lenkverhalten führt. Die Bündelung und Ausrichtung der verschiedenen Teilvorrichtungen war so ausgebildet, daß deren Reflexionsgebiete weitgehend voneinander unabhängig waren und kein Überschneiden auftrat.

**[0003]** Weiterhin sind aus der DE 195 08 942 A1 verschiedene Ortungsvorrichtungen zur Lenkungsregelung bekannt, von denen die eine mit zwei divergierenden eng gebündelten Lichtstrahlen arbeitet, von denen in der ausgeregelten Stellung je einer auf das bearbeitete und einer auf das unbearbeitete Feld fällt und deren Echos entsprechend ihrer Laufzeiten bei Abweichungen zu einer Zweipunktregelung genutzt werden, was jedoch eine unerwünscht pendelnde Lenkung entlang des Sollweges erbringt. Außerdem ist dort eine Ultra-schallortungsvorrichtung zur Lenkungsregelung geoffenbart, die mit einer einzigen Ultraschall-Sender-Empfängerkombination arbeitet, deren Reflexionsgebiet die Bearbeitungskante beidseitig überlappt. Diese Vorrichtung nutzt die verschiedenen Laufzeiten der Echos, die vom hochstehenden Getreide bzw. dem niedrigen Stoppelfeld kommen. Ist das Erntegut abwechselnd hoch stehend und flach liegend oder ist es niedrig und sind die Halme oder Ähren wechselnd gerichtet, ist eine Diskriminierung des Echos vom Stoppelecho nicht möglich und die Lenkung kommt außer Kontrolle, da eine geeignete Bezugsgröße fehlt.

**[0004]** Es ist Aufgabe der Erfindung, die eingangs bezeichnete Vorrichtung so zu verbessern, daß sie

auch dann eine gleichmäßige Regelung erbringt, wenn das unbearbeitete Feld einen wechselnden Reflexionsgrad aufweist.

**[0005]** Die Lösung besteht darin, daß die beiden Reflexionsgebiete der beiden Teilortungsvorrichtungen sich teilweise überlappen.

**[0006]** Vorzugsweise sind die beiden Sender gleichzeitig mit einem Sendeimpuls angesteuert wodurch die beiden Empfänger demgemäß jeweils von beiden Sendern kommende vom unbearbeiteten Feld reflektierte Teilempfangssignale überlagert aufnehmen.

**[0007]** Es hat sich für einen Mähdrescher als günstig erwiesen, zwei Teilortungsvorrichtungen so anzuordnen, daß eine die mit Ähren besetzte Oberfläche des Getreidefeldes und eine zweite die Getreidekante überlappend anvisiert, wobei das Signal der ersten Teilortungsvorrichtung jeweils die Normierung bestimmt und die Bezugsgröße liefert und der niedrigere Signalanteil des zweiten Teilortungssensors der von dem schmaleren näherliegenden Bereich des stehenden Erntegutes stammt, normiert zum Lenkstellsignal weiterverarbeitet wird.

**[0008]** Vorteilhaft liegen die ortungsmäßig erfaßten Bereiche des Stoppelfeldes und des Getreidefeldes jeweils so weit vor der Erntemaschine, daß das aus den einzelnen Signalteilen erzeugte genormte Ortungssignal vermöge der Kompensationseffekte nur eine geringe Abhängigkeit von dem Durchfahren von Bodenunebenheiten, insbesondere Bodenwellen, und von Neigungs- und Kippbewegungen der Landmaschine oder des Schneidwerkvorsatzes aufweist.

**[0009]** Die Ortungsteilvorrichtung, welche die Getreidekante abtastet, ist vorteilhaft so eingerichtet, daß sie einen Bereich erfaßt, der mehrere Meter vor dem Schneidwerk der Erntemaschine liegt, da diese andererseits an ihren rückwärtsgelegenen Rädern gelenkt wird und deshalb eine Abweichung vom vorgesehenen Fahrweg nur nach einem größeren zurückgelegten Fahrweg ausgeglichen werden kann.

**[0010]** Bei dieser Anordnung hat es sich als günstig erwiesen, das Ist-Signal des Radstellwinkels als weitere Eingangsgröße in die Regelvorrichtung einzuführen, so daß praktisch voraussehend aus diesem Signal der spätere Weg der Erntemaschine berücksichtigt wird. Das normierte Ortungssignal und das Radstellwinkelsignal sind die Eingangssignale der Regelvorrichtung die die geeignete Lenksteuergröße bilden.

**[0011]** Es hat sich gezeigt, daß bei herkömmlichen Mähdreschern etwa 60% der Aufmerksamkeit des Fahrers für das Lenken der Maschine beansprucht wurde. Die Lenktätigkeit ist deshalb besonders anstrengend, da das Lenken mit den Hinterrändern eine relativ lange Vorhaltezeit benötigt, bis eine seitliche Lageänderung des Mähdreschers zur Getreidekante auftritt, und danach muß durch ein entsprechendes Gegensteuern wieder die Geradeausfahrt herbeiführt werden. Das automatische Lenken ermöglicht bei praktisch völliger diesbezüglicher Entlastung des Fahrers im allgemeinen

ein schnelleres Fahren und eine annähernd vollständige Auslastung der Schneidwerksbreite bis auf einen Sicherheitsrestabstand von ca. 10 cm.

**[0012]** Die Teilortungsvorrichtungen sind Ultraschallsender-Empfängeranordnungen. Die Ortungssensoren weisen jeweils Fokussierungsmittel auf, die einen Raumwinkel erfassen, der eine Halbwertsbreite von etwa 7° und eine 90% Erfassungsweite von etwa 14° hat. Es hat sich vorteilhaft erwiesen, die Teilortungssensoren neben der seitlichen Kante des Schneidwerks in etwa 1,5 bis 2,5 m Höhe über dem Getreidebestand anzuordnen. Der erste Teilortungssensor ist mit seinem Sensorfeldbereich etwa bis an die Erntegutkante reichend schräg auf das Getreide gerichtet. Der Raumwinkel ergibt im jeweiligen Auftreff-Reflexionsgebiet einen erfaßten Bereich von etwa 0,5 m Durchmesser. Die beiden von den Teilortungsvorrichtungen erfaßten Reflexionsbereiche sind gegeneinander etwa um die Hälfte überlappend ausgerichtet. Dies ergibt sich bei einer seitlichen Divergenz der Achsen der nahe benachbart angeordneten Sender-Empfänger von etwa 5°, wenn die Teilortungsvorrichtungen direkt benachbart zueinander angeordnet sind.

**[0013]** Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die beiden Ultra-Schallsender gleichzeitig mit einem Impuls anzusteuern, so daß die Echos aus dem Überlappungsbereich der Reflexionszonen, der direkt an die Getreidekante anschließt, jeweils von beiden Sendern überlagert quasi gleichzeitig an den Empfängern eintreffen, was die Empfangssignalleistung bei moderater Sendeimpulsleistung erhöht.

**[0014]** Ein Teil der Reflexionssignale wird von dem bearbeiteten Feldbereich, insbesondere Stoppelfeld, ausgesandt. Diese Signalanteile treffen jedoch gewöhnlich zeitlich später am Empfänger ein und können damit von einer weiteren Auswertung ausgeblendet werden. Bei sehr flach liegendem Getreide ist eine zeitliche Diskrimination der Echos vom Getreide und von den Stoppeln nur unzureichend möglich. Hier ist es jedoch hilfreich, daß das dichte Lagergetreide ein wesentlich stärkeres Echo als die lockeren Stoppeln abgeben.

**[0015]** Die getreideseitige Ortungsvorrichtung nimmt voll das Echo des eigenen Senders und etwa ein halbes Echo vom Nachbarsender auf. Der Empfänger der die Getreidekante im Reflexionsgebiet hat, nimmt von dem ungemähten, etwa halben, Gebiet das Echo seines eigenen Senders und vom Nachbarsender ebenso etwa ein halbes Echo auf. Wird also die Soll-Größe des Empfangssignales dieses kombinierten Echos nach einer Normierung auf 2/3 des Empfangssignales des anderen Empfängers gesetzt, dessen Signal als 100%-Normierwert jeweils betrachtet wird, so können die jeweiligen Abweichungen von dieser Bezugsgröße unmittelbar als Stellsignale für die Lenkung genutzt werden oder einem komplexeren Regler zur weiteren Auswertung zugeführt werden.

**[0016]** Eine sehr hilfreiche Signalisierungsvorrichtung dient der Einstellung der Neigung der Ortungsvorrich-

tung der beiden Teilortungsvorrichtungen die in der vorgegeben divergierenden Achsenausrichtung vorzugsweise in einem Gehäuse untergebracht sind. Befindet sich die Ortungsvorrichtung in ihrer vorgesehenen Höhe in einem vorgegebenen Abstand über der Getreidekante, so müssen bei richtiger Ausrichtung erstens das frühe, vom stehenden Getreide stammende, und das späte, vom Stoppelfeld stammende, Teilecho in vorgegebenen, versetzten Zeitfenstern auftreten und zweitens die beiden frühen zu korrelierenden Echosignale in einem vorgegebenen Toleranzfeld um das vorgegebene Größenverhältnis, z.B. von 1/2 bis 2/3 zu 1, stehen. Die Einhaltung der beiden genannten Kriterien werden im Testfall oder laufend überprüft und deren Einhaltung oder Nichteinhaltung signalisiert.

**[0017]** Es hat sich als günstig erwiesen, wenn die Ortungsvorrichtung zwischen einer Höhe von 1,5 m bis auf eine Höhe von 2,5 m verstellbar ist, wobei im einfachen Fall von Hand durch Auszug einer Teleskopstrebe die Höhenänderung in Stufen erfolgt oder komfortabel eine motorische Verstellung vorgesehen ist, die von der Bedienkanzel aus anzusteuern ist.

**[0018]** Die Grundeinstellung der Neigung der Ortungsvorrichtung läßt sich an einer Schellenklemmverbindung in einfacher Weise von Hand vornehmen. Vorzugsweise trifft die Sender- und Empfängerachse in 4 bis 6 m Entfernung auf den Boden oder die Stoppelfläche bei langen Stoppeln.

**[0019]** Vorteilhaft ist eine Verkopplung der Höheneinstellung der Ortungsvorrichtung mit einer Neigungseinstellung vorgesehen, die motorisch gesteuert sein kann, wie bereits dargelegt. Eine gesonderte motorische Neigungseinstellung erübrigt sich somit bei dieser kombinierten Stellvorrichtung.

**[0020]** Das Trägergestänge der Ortungsvorrichtung ist so weit seitlich der Haspel und diese so weit nach vorn überragend angeordnet, daß keine störenden Echobeinflussungen vom Schneid- und Einzugsbereich auftreten.

**[0021]** Das Trägergestänge der Ortungsvorrichtung ist vorzugsweise derart als ein Gelenkviereck ausgebildet, daß sich die Neigung der Ortungsvorrichtung beim Anheben bzw. Absenken so mitverändert, daß bei größerer Höhe, die bei höherem Bestand gewählt wird, die Neigung der Ortungskeule steiler ist und so das Nahecho vorn Bestand kommend und das Fernecho von den Stoppeln kommend ähnlich zeitlich beabstandet sind wie bei niedriger Einstellung bei niedrigem Bestand.

**[0022]** Anhand der Figuren 1 bis 4 sind vorteilhafte Ausgestaltungen dargestellt.

Fig. 1 zeigt ein Übersichtsbild eines Mähdreschers mit einer Lenkregelvorrichtung;

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht zu Fig. 1;

Fig. 3 zeigt eine Schalschema der Regelvorrich-

tung,

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch eine Vorrichtung.

**[0023]** Figur 1 zeigt einen Mähdrescher (1) mit einem Mähwerk (MW), welcher an einer Getreidekante (GK) eines Getreidefeldes (GF) unter Einhaltung einer geringen Abweichung von einer vorgegebenen Getreidekantenseitenlage (GKS) automatisch geregelt entlangfahren soll. In der Höhe verstellbar oberhalb des Mähwerkes (MW) und frontseitig dazu ist eine Ortungsvorrichtung (OV) angeordnet, welche aus zwei Teilortungsvorrichtung (OV1, OV2) besteht, deren Ortungsstrahlenbereiche (OST1, OST2) auf das Stoppfeld, das Getreidefeld (GF) und die Getreidekante (GK) auf jeweils unterschiedliche, teils überlappende Reflexionsgebiete (RG1, RG2, RG2\*) orientiert sind, und deren empfangenen Ortungssignale (OS1, OS2) einer Regelvorrichtung (ST) zugeführt sind. Diese Ortungssignale werden zweckmäßig digitalisiert und in ein normiertes Ortungssignal (NOS) umgesetzt. Hierbei wird das erste Ortungssignal (OS1), das im wesentlichen von dem Getreidefeld (GF) herrührt, jeweils zur Definition des genormten Bereiches genutzt. Weiterhin wird ein Teilbetrag des ersten Ortungssignales (OS1) als Bezugswert für das zweite Ortungssignal (OS2) des zweiten Reflexionsteilgebietes (RG2), das sich im Nahbereich im Getreidefeld (GF) befindet, bestimmt.

**[0024]** Im vorgegebenen Beispiel ist die Regelvorrichtung (ST) über einen genormten Datenbus (CAN) mit einem Zentralprozessor (ZP) verbunden, über den auch die übrigen Steuerprozesse des Mähdreschers überwacht werden. Hierzu sind an dem Zentralprozessor (ZP) eine Eingabetastatur (ET) und eine Ausgabevorrichtung (AV) vorgesehen. Weiterhin nimmt der Zentralprozessor (ZP) von den Vorderrädern (VR) ein Geschwindigkeitssignal (VS) auf. Von der Regelvorrichtung (ST) wird die Lenkhydraulik (LH) mittels eines Linkssteuerventiles (LV) und eines Rechtssteuerventils (RV) elektromagnetisch angesteuert, deren hydraulischen Ausgänge die vorhandene Lenkhydraulik (LH) beaufschlagen, die den Einschlag der Hinterrädern (HR) bewirkt. An der Lenkvorrichtung wird ein Radstellwinkelsignal (RWS) abgenommen und der Regelvorrichtung (ST) zugeführt. Die Lenkstellventile (LV, RV) sind federbelastet selbstsicher ausgeführt, so daß sie bei Stromausfall geschlossen sind. In diesem Zustand wird die Lenkung unmittelbar über die bekannte hydraulische Steuerung vom Lenkrad (R) aus vorgenommen. In der Bedienerkabine sind außerdem ein Handschalter (HS), ein Fußschalter (FS) und ein Sicherheitsschalter (NS) angeordnet, deren Signale der Lenkstellventilanordnung aus Sicherheitsgründen zugeführt sind und der Regelvorrichtung (ST) zu deren Aktivierung bei Vollständigkeit dieser Signale zugänglich gemacht sind.

**[0025]** Es läßt sich erkennen, daß der Vorausabstand mit dem der Ortungsstrahlenbereich (OST2) die Getreide-

dekante (GK) abtastet, in etwa dem Abstand der Vorderräder (VR) von den Hinterrädern (HR) entspricht. Auf diese Weise ergibt eine Winkelabweichung der Mähdrescherachse zur Getreidekante, die sich in dem Ortungssignal als Teilkomponente darstellt, ein Äquivalent zu dem Radstellwinkelsignal. Diese jeweilige Winkelkomponente des Ortungssignals überlagert jeweils die Komponente der Seitenabweichung der Richtungsachse des Mähdreschers von dem vorgegebenen Sollweg, d.h. die Komponente, die die Getreidekantenseitenlage (GKS) jeweils erbringt.

**[0026]** Die Ortungsvorrichtung (OV) speist vorzugsweise ihr normiertes Ortungssignal (NOS) in die Regelvorrichtung (ST) ein. Die anderen Sensoren welche die übrigen Eingangssgrößen erzeugen, liegen im allgemeinen in dem Mähdrescher verteilt und geben ihre Signale über zugehörige Digitalisierer und Rechner weiter. Selbstverständlich können auch deren Normierer jeweils zugehörig unmittelbar dort im Sensorbereich installiert sein.

**[0027]** An den gelenkten Hinterrädern (HR) befindet sich ein Lenkradstellungssensor (LSS), dessen Radwinkelsignal (RWS) in geeigneter Weise als weiteres Eingangssignal für den Lenkregler benutzt wird. Hierbei hat sich als günstig erwiesen, das normierte Ortungssignal (NOS) und das auf das Normierungssignal bezogene Radstellwinkelsignal (RWS) kompensatorisch zu verknüpfen und das Ergebnis einem Toleranzvergleich zuzuführen, welcher geeignete Lenkstellgrößen (LSG) erzeugt. Diese Lenkstellgröße (LSG) wird jeweils in ein linkes bzw. rechtes Hydraulikstellsignal (SHL, SHR) umgesetzt und dem Links- bzw. Rechtssteuerventil (LV, RV) zugeführt.

**[0028]** Figur 2 zeigt eine Seitenansicht des Mähwerkes (MW) des Mähdreschers (1) im Bereich der Getreidekante (GK) und des Ortungsstrahlbereiches (OST2). Die zugehörige Teilortungsvorrichtung (OV2) ist zusammen mit der weiteren Teilortungsvorrichtung auf einem Träger in ihrer Höhe (H1) zwischen 1,5 m und 2,5 m verstellbar über dem Boden im vorderen Bereich über den Ährenhebern des Mähwerkes angeordnet. Der Ortungsstrahlbereich (OST2) trifft schräg teils auf den Boden und die Stoppeln und teils auf den Bestand neben der Getreidekante (GK). Der Raumwinkel des Ortungsstrahlbereichs, der erfaßt wird, beträgt etwa 7° für 50% des Signalanteils und etwa 14° für 90% des Signalanteils.

**[0029]** Der Neigungswinkel ist so gewählt, daß das Reflexionsgebiet (RG2) auf dem Getreidebestand ein trennbar früheres Echo als das Bodenreflexionsgebiet (RG2\*) erbringt. Außerdem soll sichergestellt sein, daß beim Überfahren eines Hügels ein sicher detektierbares Echo in beiden Reflexionsbereichen (RG2, RG2\*) auftritt und die Schallkeule sich nicht in der Ferne verliert.

**[0030]** Bei einer niedrigeren Getreideoberkante GK1, ist der Ortungskopf in die Höhe H1 tiefer eingestellt. Seine Neigung ist etwas flacher so daß die beiden zugehörigen Reflexionsgebiete etwa die gleichen Echo-

laufzeiten erbringen und die Echosignale ähnliche Amplituden haben.

**[0031]** Da stets beide Teilortungsvorrichtung in gleicher Weise in der Höhe und zugehörigen Neigung verstellt werden, ergibt sich stets eine annähernd gleiche zeitliche und größenmäßige Relation der Empfangssignale.

**[0032]** Da sich die Echogebiete der beiden Teilortungsvorrichtungen teilweise überlappen und ansonsten unmittelbar aneinandergrenzen, stimmt deren Reflexionsverhalten weitgehend überein, unabhängig davon, ob eine starke Reflexion an zum Schallbündel hing gerichteten vollen Ähren oder ob eine schwache Reflexion an wenigen vom Sensor weggeneigten Halmen auftritt. Aus diesem Grund dient das Echosignal der ersten Teilvorrichtung, das im wesentlichen von dem Getreidefeld stammt, als 100%-Normierungssignal für den frühen Signalanteil der zweiten Teilvorrichtung, der ebenfalls vom Getreidefeld stammt.

**[0033]** Das bei der vorgegebenen Ausrichtung der Ortungsvorrichtung zur Getreidekante, also bei korrekter Lenkung erwartete, frühe Echo des auf die Kante gerichteten Schallbündels hat etwa 1/2 bis 2/3 der Größe des Referenzechos vom anderen Empfänger. Die Echosignale werden während eines geeigneten Zeitfensters integriert, um die Signalschwankungen, die durch die heterogene Struktur des Echogebietes auftreten, auszugleichen und diese besser vergleichbar zu machen. Vorzugsweise werden ein oberer und ein unterer Grenzwert für die relative Amplitudenhöhe der integrierten frühen Echosignale vorgegeben, und deren Über- bzw. Unterschreitungen zur Erzeugung der Lenkstellsignale genutzt.

**[0034]** In einer einfachsten Version der Lenkregelung werden diese Über- bzw. Unterschreitungssignale unmittelbar als Links- bzw. Rechtsstellsignal der elektromechanisch betätigten Ventile der Hydraulikzuleitungen des Lenkstellzylinders genutzt.

**[0035]** Bevorzugt wird in einer genauer arbeitenden zweistufigen Regelvorrichtung die Abweichung des normierten Echosignals von einem vorgegebenen Bruchteil des Referenzsignales einer nachgeordneten Reglerstufe als Soll-Signal zugeführt, der das Radwinkelsignal als das Ist-Signal zugeführt ist. Überschreitet oder unterschreitet das daraus resultierende Differenzsignal einen oberen oder unteren Schwellwert, so wird das jeweilige Überschreitungssignal zum differentiellen Nachsteuern des Hydraulikstellvorrichtung genutzt. Vorzugsweise ist die Hydraulikstellvorrichtung in bekannter Weise mit einer weiteren Unterregelvorrichtung mit einem Proportionalverhalten versehen.

**[0036]** Der Aufbau der Regelvorrichtung mittels eines digitalen Rechners ermöglicht die völlige Integration des Lenksystems in die übrige digitale Steuerung des Mähdeschers. Durch einfache Parametrisierung mittels einer Bedienung von der zentralen Bedienungskonsole der Erntemaschine werden die Parameter, insbes. die Schwellwerte, dem Prozessor vorgegeben; die Regel-

vorrichtung selbst ist in ihrer Grundstruktur völlig neutral.

**[0037]** Die Höhenstellvorrichtung zum Anheben der Ortungsvorrichtung (OV) in eine große Höhe (H) und zum Absenken bis auf eine niedrige Höhe (H1) ist beispielhaft dargestellt. An dem feststehenden Haltearm (HA) ist ein Schwenkarm (SA) gelagert, der mit einer Höhenstellvorrichtung (HSV) verbunden ist und mit einem Schenkel ein Teil eines Gelenkvierecks bildet an dessen einen frontseitigen Glied (VG) die Ortungsvorrichtung (OV) montiert ist. Das Gelenkviereck ist so ausgestaltet, daß die Ortungsvorrichtung (OV) an dem Glied (VG) mit seine Achse um so steiler nach unten geneigt ist, um so höher sie eingestellt ist, indem beispielsweise der untere Lenker (UL) kürzer als der obere Lenker (OL) im Gelenkviereck ist. In der gestrichelt gezeichneten unteren Lage ist der Schallkegel auf die niedrigere Getreidekante (GK1) gerichtet

**[0038]** In Figur 3 ist eine Variante der Reglerschaltungen in Hardware-Ausführung dargestellt. Die beiden Ortungssignale (OS1, OS2) werden während eines Zeitfensters (T1), in der das frühe Echosignal erwartet wird, in den Integratorschaltungen (I1, I2) integriert, und dann werden die Integralwerte in Halteschaltungen (HS1, HS2) mit einem Takt (T2) übernommen.

**[0039]** Das Referenzsignal wird von der ersten Halteschaltung (HS1) kommend in einem dreifstufigen Spannungsteiler (R1, RT, R2) geteilt, an dessen mittleren, den Toleranzbereich definierender, Widerstand (RT) ein relativ oberer und ein relativ unterer Grenzwert (GO, GU) abgegeben werden, die jeweils einen von zwei Vergleichern (V1, V2) am positiven bzw. negativen Eingang zugeführt werden, deren anderen Eingängen das Signal der zweiten Halteschaltung (HS2) zugeführt ist.

**[0040]** Diese Eingangsschaltung ist mit einem Widerstandsnetzwerk als eine Summierungsschaltung (R, SR1, SR2) ausgebildet, an deren zweiten Eingang (SR2) das Radwinkelsignal (RWS) geführt ist, das von dem Lenkstellensensor (LSS) abgegriffen ist, der mit dem negierten Referenzsignal aus der ersten Halteschaltung (HS1) als Referenzsignal gespeist ist. Somit wird in den Vergleichern (V1, V2) das Ortungssignal (OS2) vermindert um das Radwinkelsignal (RWS), das auf das erste Ortungssignal (OS1) normiert ist, mit den relativierten Schwellwerten (GO, GU) verglichen. Hat dieses Summensignal den oberen Grenzwert (GO) überschritten, was eine zu starke Ausrichtung in dem Bestand bedeutet, wird das Lenk-Steuersignal (SHL) vom ersten Vergleichern (V1) dem ersten Steuerventil (LV) zugeführt. Ist die untere Schwelle (GU) unterschritten, ist also die Ortungsvorrichtung zu sehr in das Stoppfeld gerichtet, gibt der andere Vergleichern (V2) das andere Lenksteuersignal (SHR) an das andere Steuerventil (RV) ab. Der Radstellwinkel wird also dem Ortungsabweichungsmaß proportional nachgeführt.

**[0041]** Die Höhenstellvorrichtung (HSV) kann, wie gezeichnet, eine Längenstellvorrichtung sein oder eine Winkelstellvorrichtung am Ende des Haltearmes

(HA) sein.

**[0042]** Die Einstellverhältnisse von Höhe und Neigung der Ortungsvorrichtung sind so gewählt, daß das erste Echo von dem oben liegenden Reflexionsgebiet (RG2) etwa im gleichen Zeitraum unabhängig von der Einstellung eintrifft und das bodenseitige Reflexionsgebiet (RG2\*) stets mindestens einen Abstand (AE) vom Ortungskopf (OV) aufweist, der deutlich größer ist als der weiteste Abstand des höheren Reflexionsgebietes (RG2), damit das bodenseitige Echo zeitlich ausgeblendet werden kann.

**[0043]** Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch die Ortungsvorrichtung (OV), die an einem horizontalen Halterohr (HR) mit einer Schelle (SC) lösbar verschwenkbar befestigt ist. Die beiden Teilortungsvorrichtungen (OV1, OV2) sind leicht voneinander divergierend in ein Gehäuse (GH) eingebaut.

### Patentansprüche

1. Ortungsvorrichtung (OV) für eine Bearbeitungskante, insbesondere eine Erntegutkante (GK), deren Ortungssignal als eine Lenkstellgröße (LSG) einer elektrisch gesteuerten Lenkvorrichtung (RV, LV, LH) einer Landmaschine zugeführt ist, mit einer ersten aus einem Sender und einem Empfänger bestehenden Teilortungsvorrichtung (OV1), dessen Reflexionsgebiet (RG1) maßgeblich auf dem noch nicht bearbeiteten, insbesondere nicht abgeernteten, Feld (GF) liegt und mit einer zweiten aus einem weiteren Sender und einem weiteren Empfänger bestehenden Teilortungsvorrichtung (OV2), deren anderes Reflexionsgebiet (RG2, RG2\*) die Bearbeitungskante (GK) beidseitig überlappend ausgerichtet ist, wobei das Empfangssignal (OS2) der zweiten Teilortungsvorrichtung (OV2) mit dem Empfangssignal (OS1) der ersten Teilortungsvorrichtung (OV1) bezugsmäßig und normierend verknüpft zur Erzeugung der genannten Lenkstellgröße (LSG) dient, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Reflexionsgebiete (RG1, RG2) der beiden Teilortungsvorrichtungen (OV1, OV2) sich teilweise überlappen.
2. Ortungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teilortungsvorrichtungen (OV1, OV2) horizontal etwa 5° divergierend dicht nebeneinander angeordnet sind und sie einen 50%-Empfangsintensitätsbereich mit einem Öffnungswinkel von etwa 7° aufweisen.
3. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie an einem Haltearm (HA) mit einem Schwenkarm (SA) höhenverstellbar frontseitig der Bearbeitungsvorrichtung, insbes. eines Mähwerkes (MW), angeordnet ist.
4. Ortungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Schwenkarm (SA) eine motorische Höhenverstellvorrichtung (HSV) angeordnet ist.
5. Ortungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie mittels eines Gelenkvierecks (SA, OL, UL, VG) an dem Schwenkarm (SA) und dem Haltearm (HA) befestigt ist, dessen Glieder (SA, VG) eine derart unterschiedliche Länge aufweisen, daß der Ortungsvorrichtung (OV) um so steiler nach unten gerichtet ist, je höher sie eingestellt ist.
6. Ortungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie bei einer Höhenverstellung stets annähernd so geneigt ist, daß die Sender- und Empfängerachse das Erntegut in annähernd gleicher Entfernung (AE) trifft und ein Echo von dort zeitlich deutlich beabstandet zu einem späteren Echo vom tiefliegenden Reflexionsgebiet (RG2\*) am Empfänger eintrifft.
7. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernung in der die Sender- und Empfängerachse den Boden oder eine Stoppeloberfläche trifft etwa 4 bis 6 m beträgt.
8. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Teilortungsvorrichtungen (OV1, OV2) in einem Gehäuse (GH) eingebaut sind, das mit einer Schelle (SC) an einem horizontalen, quer zur Sender-Empfängerachse gerichteten Halterohr (HR) lösbar, neigungsverstellbar befestigt ist.
9. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sender der Teilortungsvorrichtungen (OV1, OV2) gleichzeitig mit einem Sendeimpuls angesteuert sind und die beiden Empfänger demgemäß jeweils von den beiden Sendern kommende vom unbearbeiteten Feld (GF) reflektierte Teilempfangssignale (OS1, OS2) überlagert aufnehmen.
10. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie bei geradeausgestellter Landmaschine (1) so ausgerichtet und seitlich von der Bearbeitungskante (GK) und höhenmäßig so angeordnet ist, daß das Reflexionsgebiet (RG1) der ersten Teilortungsvorrichtung (OV1) etwa an der Bearbeitungskante (GK) endet.
11. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsgebiete (RG1, RG2) auf dem unbearbei-

teten Feld der beiden Teilortungsvorrichtungen (OV1, OV2) bis zu etwa 50% überlappt sind.

12. Ortungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilempfangssignale (OS1, OS2), die von dem unbearbeiteten Feld stammen, in einem zugehörigen Zeitfenster (T1) jeweils integriert werden und die Integralwerte zu weiteren Auswertung vorgehalten werden. 5  
10
13. Ortungsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite integrierte Teilempfangssignal (OS2) durch Vergleicher (V1, V2) darauf überprüft wird, ob es relativ zum integrierten Teilempfangssignal (OS2) eine Obergrenze (OG) überschreitet oder eine Untergrenze (UG) unterschreitet, und bei einer Überschreitung oder einer Unterschreitung die entsprechenden Lenkstellgrößen (LSG) erzeugt werden. 15  
20
14. Ortungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß den Vergleichern (V1, V2) ein Radwinkelsignal (RWS) eines Lenkstellungssensors (LSS) eines vermittels der Lenkstellgröße (LSG) gelenkten Rades (HR) relativ zum ersten integrierten Teilempfangssignal (OS2) kompensatorisch gerichtet summiert zugeführt ist. 25
15. Ortungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Überschreitung der Obergrenze (OG) und die Unterschreitung der Untergrenze (UG) als Links- bzw. Rechtslenksignale (SHL, SHR) jeweils einem elektromagnetisch gesteuerten Hydraulikventil (LV, RV) zugeführt sind, deren Hydraulikleitungen mit einer jeweils zugehörigen Seite eines Hydraulik-Lenkzylinders (LH) verbunden sind, dessen Kolben mit einem Lenkgestänge verbunden ist. 30  
35  
40

45

50

55

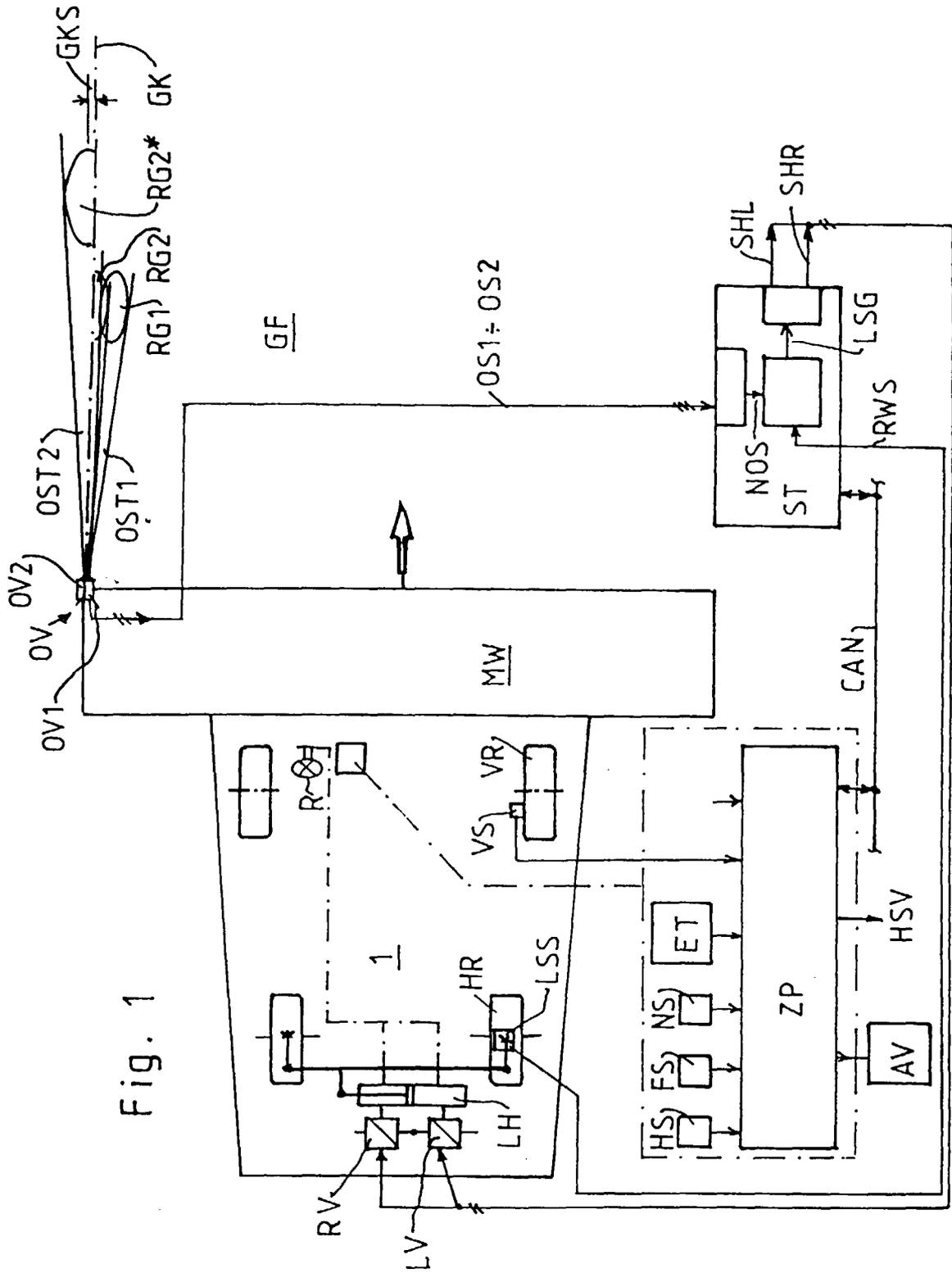


Fig. 1

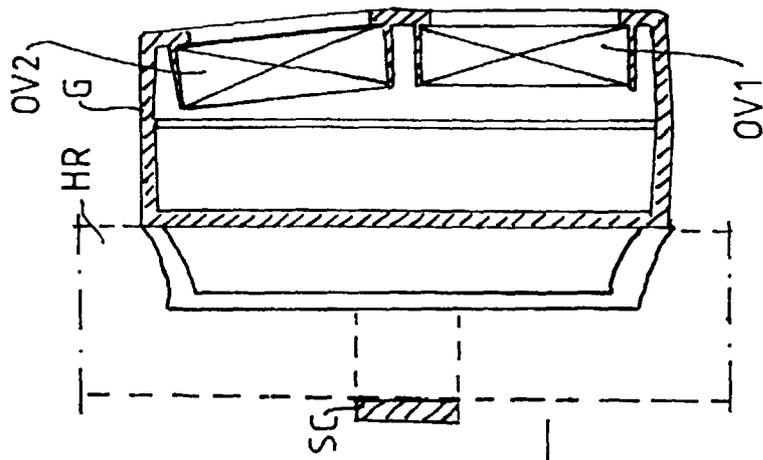


Fig. 4

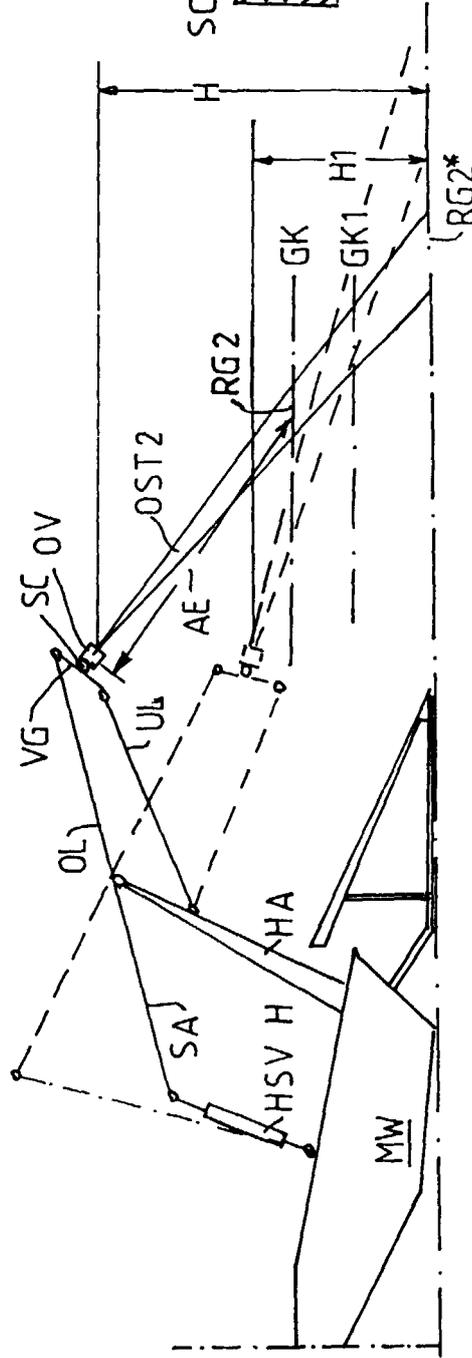


Fig. 2

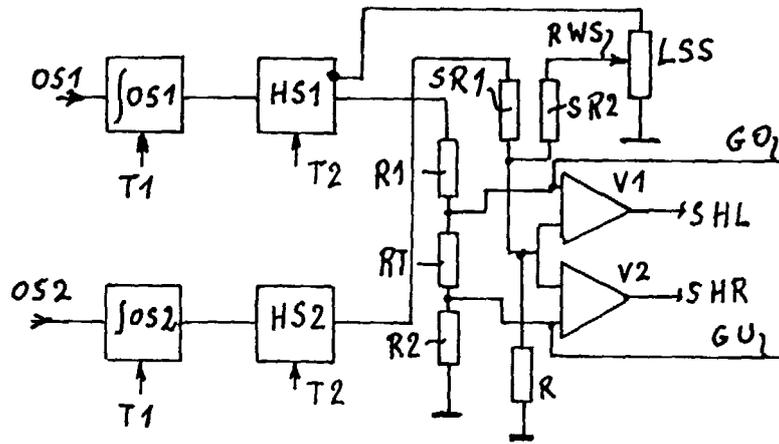


Fig. 3